

茶畑への施肥がもたらす地下水への影響について

和歌山大学大学院 学生会員 田中豊和 静岡県環境衛生科学研究所 中島二夫
和歌山大学 システム工学部 正会員 井伊博行 静岡県環境衛生科学研究所 梅原鎬一
和歌山大学 システム工学部 正会員 平田健正

1. 背景と目的

本研究は、多量に施肥される農地周辺の地下水水質の変化について、研究を行ったものである。地下水は、良質な環境資源として人間社会に密着して利用されてきた。しかし近年、地下水は硝酸態窒素による汚染により、環境問題の対象となっている。硝酸態窒素は、体内に取り込むと、メトヘモグロビン血症とよばれる酸素欠乏症が引き起こされる¹⁾。硝酸態窒素による地下水汚染は大量の窒素肥料の使用により、1960年代の欧米で顕在化した問題で、日本での硝酸態窒素による地下水の汚染は、1997年の全国調査で、調査地点の6.5%の井戸水で、水道水基準値10mg/lを上回る濃度が検出され、深刻化している。そこで窒素の施肥量の多い茶園地帯における水質調査を行い、施肥がもたらす地下水環境に対する負荷について研究した。

2. 調査地域概要

調査地域は、静岡県中部の茶畑周辺である。年降水量は約2150mm、平均気温は16℃である。調査地点は、周辺が茶畑であり、散在する民家の井戸を11地点選択し採水した。調査期間は、1998年4月から1999年12月までで、各月ごとに定期的に採水した。pH値は、ポータブルpH計を用い、原位置で測定した。サンプルの溶存イオンは、イオンクロマトグラフィー、ICP発光分光分析装置で測定した。

3. 結果と考察

1) pH 値

pH値の特徴によりpH4～5付近の酸性で安定するAタイプ、pH4～7付近の酸性と中性を変動するBタイプ、中性域のpH6～7で安定するCタイプの3タイプの水質に分類した。pH値の変動の違いは、井戸周辺が茶畑であることから、茶畑への施肥が影響していると考えられた。茶畑に施肥される窒素肥料の一つである硫酸アンモニウム $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (硫安)は、土壤中で(1)式の反応により、水素イオン、硝酸イオン、硫酸イオンに変化する。



そのため、地下水のpH値の低下は、肥料から生成される水素イオンの影響と考えられる。

2) 各水質の経時変化

pH値が肥料による影響であれば、肥料成分は最終的に硫酸イオンや硝酸イオンに変化するので、各タイプの硝酸イオン濃度、硫酸イオン濃度、pH値の経時変化を調べた(図-1)。Aタイプは、硝酸イオン、硫酸イオンの濃度がともに、B、Cタイプに比べ、高かった。Bタイプの硝酸イオン、硫酸イオン濃度は低く、一時的に濃度が上昇する同時期に、pH値の酸性化が見られた。Cタイプの硝酸イオン濃度は低かったが、硫酸イオン濃度は高い地点があった。このことから、pH値の低下は、硝酸イオン濃度の増加と共に起こっていることが分かった。

3) アルミニウムイオン

岩石中に存在するアルミニウム鉱物の溶解度は、中性で小さく、アルカリ性、酸性で大きくなる。酸性雨による陸水の酸性化では、pH値の低下とともに、アルミニウムイオン濃度の増加も、水生生物にとって致命的であることが知られている。カオリナイトなどの粘土鉱物は酸性になるとアルミニウムイオンを溶出する²⁾³⁾。



そこで、アルミニウムイオン濃度とpH値の関係を示す(図-2)。Aタイプでは、検出されるアルミニウムイオン濃度はB、Cタイプに比べ高かった。Bタイプでは、一時的にpHが低下した同時期に、アルミニウムイオン濃度が上昇した。Cタイプでは、ほぼ検出限界の濃度しか見られなかった。また、肥料成分との関係を調べるため、硝酸イオンとアルミニウムイオンの関係を示す(図-3)。硝酸イオン濃度の増加に伴い、アルミニウムイオン濃度は増加している。これらのことから、アルミニウムイオンは、肥料による影響を受け、溶出していると考えられる。

キーワード：施肥 地下水 硝酸イオン 酸性化

和歌山大学大学院システム工学研究科

〒640-8510 和歌山市栄谷930 tel.073-457-8021

4) 重金属イオン

さらに、他の重金属と肥料の関係について調べた。図-4の重金属イオンとpHの関係から、Aタイプは、各重金属イオン濃度は高く、Cタイプの重金属イオン濃度は、低くなっていることが判る。ほとんどの重金属は、中性付近で水酸化物として沈殿を作り、酸性条件下でイオンとして存在する。そのため、pHが小さくなるにつれ、重金属イオン濃度が高くなったと考えられる。また、図-5の硝酸イオンと重金属イオン濃度の関係から、Aタイプは、硝酸イオンとともに重金属イオン濃度が上昇し、Cタイプは硝酸イオン濃度と重金属イオン濃度は、低いことが判る。Aタイプは、硝酸イオン濃度から、施肥量が多く、最も肥料の影響を受けているタイプであると考えられることから、重金属イオンは、肥料から生成された水素イオンに反応し、溶出していると考えられた。

4. まとめ

茶畑周辺の浅井戸の水質は、pH値の低下とともに、硝酸イオン濃度が上昇していた。Aタイプの井戸水は、硝酸イオン濃度から、最も肥料の影響を受けていると考えられ、硝酸イオン濃度の増加とともに、pH値は低下、重金属イオン濃度は上昇していることから、施肥量により、pH値および地下水中の重金属イオン濃度が変化すると考えられた。地下水の、硝酸イオン濃度、重金属イオン濃度の低下には、肥料の抑制、及び転換が必要であると考えられる。

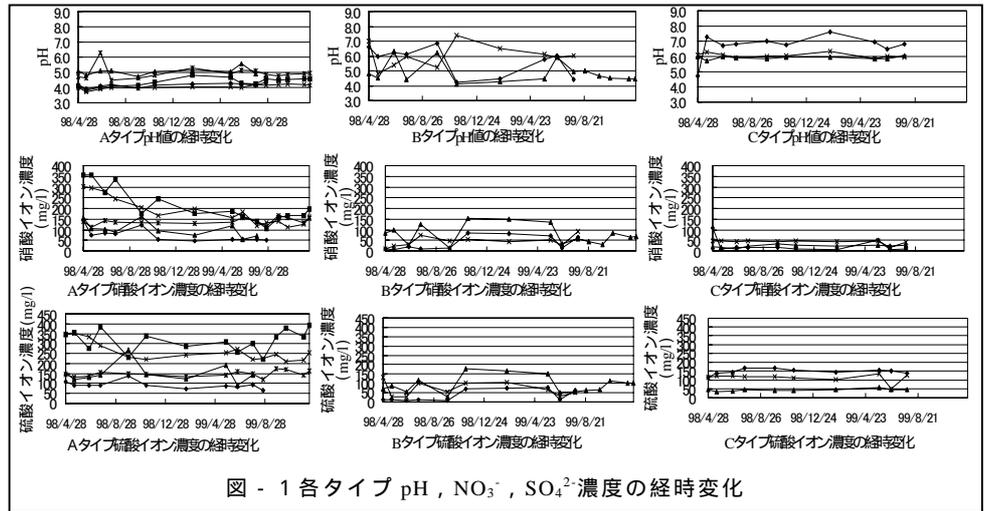


図-1 各タイプ pH, NO₃⁻, SO₄²⁻濃度の経時変化

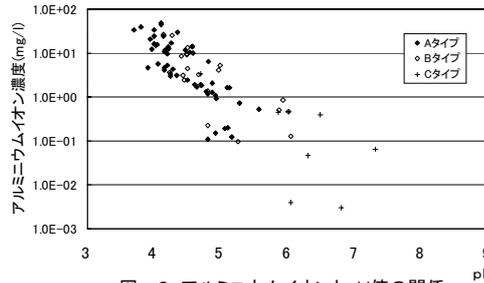


図-2 アルミニウムイオンとpH値の関係

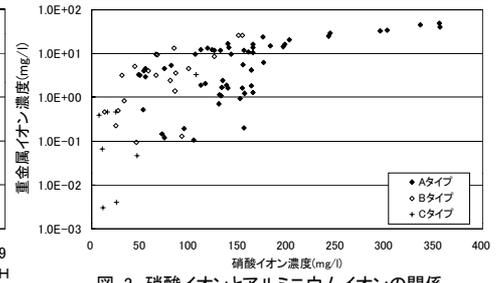


図-3 硝酸イオンとアルミニウムイオンの関係

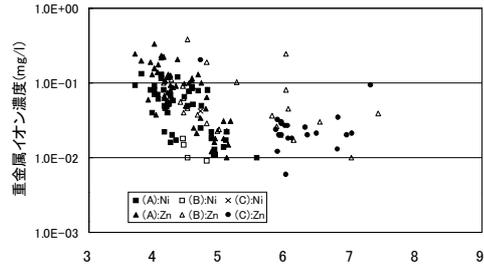


図-4 重金属イオンとpH値の関係

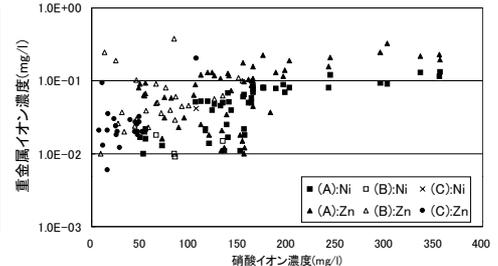
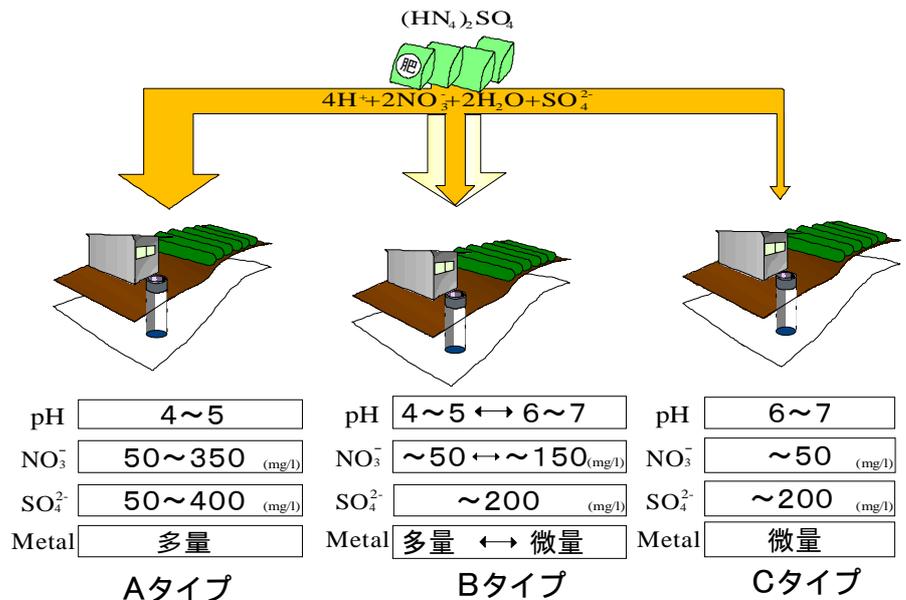


図-5 硝酸イオンと重金属イオンの関係



参考文献

- 1) 平田健正：土壤・地下水汚染と対策，社団法人日本環境測定分析協会，1996
- 2) 岩田進午，三輪睿太郎，井上隆弘，陽捷行：土壤の化学，学会出版センター，1980
- 3) 井伊博行，平田健正，田中豊和，西川雅高，中島二夫，梅原鎬一：静岡県中部地域での茶畑由来の湧水・池水・河川水の水質について，水工学論文集，第44巻，pp. 1155 - 1160，2000